線形相互相関を用いた光ファイバー温度センシングシステムの特性

Characteristics of fiber optic temperature sensing system using linear cross-correlation

阪府大院・工　°徳永和成，大前貴寛，松山哲也，和田健司，岡本晃一

Osaka Pref. Univ. °K. Tokunaga, T. Ohmae, T. Matsuyama, K. Wada, and K. Okamoto

E-mail: tokunaga0618@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

我々は，利得変調した分布帰還型（DFB）半導体レーザーからの出力光パルスを相互相関させる光学系を用いて，光ファイバーの光路長を精密に計測する技術を提案し[1]，これをもとに高分解能温度センサーの研究を進めている[2]．今回は，光ファイバー温度センサー内の光パルスの往復回数と温度分解能および信号雑音比の関係について調べたので報告する．

2. 実験系

Fig. 1 に実験系を示す．中心波長 1550 nm と 1310 nm の 2 台の DFB レーザーを光源として，同じ光ファイバー温度センサー（50/50 BS–RR 間，約 70 m）を用いて同時測定を行った．センサー部は水 20 L が入った恒温槽内に設置した．1310 nm-DFB レーザー側では，センサー内を 1 往復した光パルスを，1550 nm-DFB レーザー側では 3 往復した光パルスを測定対象とし，ともに 50/50 BS で反射した光パルス成分と干渉させ，変調周波数を掃引することにより，フォトダイオードと RF スペクトラムアナライザを用いて線形相互相関関数を検出した．

3. 実験結果

恒温槽の温度を 30 ℃（室温 22 ℃）に設定し，得られた線形相互相関関数のピークを与える変調周波数とその際の標準偏差から，各光源システムに対する温度分解能を見積もった結果，1.4×10^{-3} ℃@1310 nm，4.5×10^{-4} ℃@1550 nm となり，センサー光路長に比例して温度分解能が向上することを確認した．次に，氷片 1，2，3，4 g を恒温槽内に測定回数 20 回（測定時間 40 秒/回）ごとにそれぞれ投入した結果を Fig. 2 に示す．氷片投入による微小な温度変化（5.5×10^{-3} ℃/g）は両光源システムでともに検出され，1550 nm-DFB レーザー側では，約 3 倍の信号変化（光路長変化）が生じ，センサー光路長に比例して信号感度も向上することがわかった．また，氷片投入以外の時間帯における温度変動は，それぞれ 1.5×10^{-3} ℃@1310 nm，1.0×10^{-3} ℃@1550 nm と見積もられた．これより，今回の測定条件では恒温槽の温度変動は 1.0×10^{-3} ℃であり，1310 nm-DFB レーザー側では，この変動は温度分解能に埋もれていたことがわかった．したがって，1550 nm-DFB レーザー側では信号雑音比の向上も達成したことが確認された．

[1] Opt. Express, 23(18), 23013 (2015).
[2] Optics & Photonics Japan 2018, 1aP2 (2018).

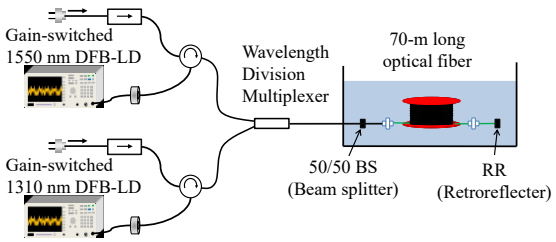


Fig. 1. Experimental setup.

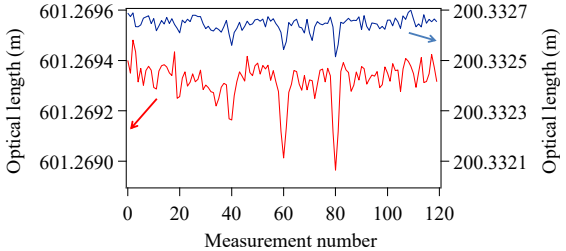


Fig. 2. Simultaneous measurement of the optical lengths of the fiber sensor; blue: 1 roundtrip, red: 3 roundtrips.

© 2019年 応用物理学会